

文章编号: 1000-8152(2000)01-0035-05

二维凝固温度场凝固边界形状的辨识方法

35-39

孙 冀 罗学波

(西北工业大学应用数学研究所·西安, 710072) (东北大学自动控制系·沈阳, 110006)

潘德惠

TG 249.7

摘要: 讨论了钢铁工业连铸过程中结晶器内连铸坯凝壳形状的确定方法. 通过建立稳定温度场模型, 在现有观测条件下, 用边界变分方法给出了确定铸坯凝壳形状的辨识算法. 实验数据显示此方法是有效的.

关键词: 形状辨识; 边界变分

文献标识码: A

连续铸坯 凝固 结晶器 铸坯 钢

The Method to Identify the Shape of Solidification Shell of Two Dimension Temperature Field

SUN Ji and LUO Xuebo

(Institute of Applied Mathematics, Northwestern Polytechnic University·Xi'an, 710072, P. R. China)

PAN Dehui

(Department of Automatic Control, Northeastern University·Shenyang, 110006, P. R. China)

Abstract: The method to determine the shape of solidification shell in the process of continuous casting of steel is studied. By establishing the model of stable temperature field, with the observation of first and second boundary value on the exterior of the ingot, the algorithm method to identify the shape of solidification shell is given with boundary variation in existing observation condition. Numerical test shows that the method is valid.

Key words: shape identification; boundary variation

1 背景与模型 (Background and model)

在钢铁工业连铸过程的研究中, 对结晶器内温度场的研究计算是一个很活跃的专题. 其原因一是由于铸坯在结晶器内的凝固状况直接影响着产品的质量; 另一方面由于在高温环境下观测条件的限制, 研究难度比较大. 钢水浇入上下开口形如长方体的结晶器, 在其内部由于冷却作用而形成内部为液体凝固坯壳. 传统的计算方法是给出铸坯表面热流密度的经验公式, 并以此作为求解二维凝固温度场的边界条件; 由此确定铸坯的温度分布及凝壳形状^[1,2,3]. 但实际环境很复杂, 经验公式往往不能反映实际的工作过程, 根据实际的观测, 确定铸坯的温度分布就显得十分有意义. 作者在对此问题的研究中, 讨论了根据实际观测确定铸坯表面热流密度的方法^[4]. 由于实际观测点只能取在有限层面上, 只能在置电偶的观测层面上确定凝壳形状. 在本文中我们将利用对铸坯外部边界的第一、二类边界条件, 讨论在稳定工作状态下, 确定凝壳形状的辨识方法.

讨论方坯连铸的情况, 由于外部冷却强度很高,

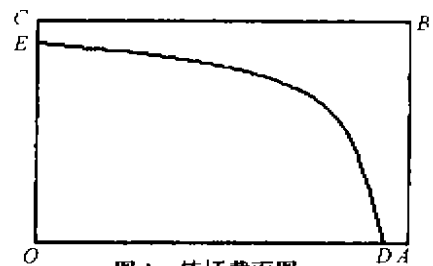


图 1 铸坯截面图

Fig. 1 The ingot section

可忽略上下方向的热传导, 而在置热电偶一个观测层面上建立二维热传导模型, 考虑到温度分布的对称性, 在其 1/4 部分建立模型, 得到如下系统;

$$\nabla \cdot (K(u) \nabla u) = 0, (x_1, x_2) \in \Omega, \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma_0} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma_1} = g(x_1, x_2), \quad (3)$$

$$u \Big|_{\Gamma} = T_m, \quad (4)$$

$$u \Big|_{\Gamma_1} = f(x_1, x_2). \quad (5)$$

如图 1, $\Gamma = DE, \Gamma_1 = AB \cup BC, \Gamma_0 = DA \cup EC$;

$K(u)$ 为导热系数、为已知函数; $\frac{\partial u}{\partial n}$ 为外法向导数; T_m 为凝固温度、显然 T_m 为 u 在区域 $\bar{\Omega}$ 上的最大值; $f(x_1, x_2), g(x_1, x_2)$ 均为已知函数; 而曲线 Γ 形状和位置均未知待辨识; ∇ 为梯度算子; 由温度分布的对称性(2)成立, 我们的问题是在式(1)~(5)中如何确定曲线 Γ 的形状.

对问题(1)~(4)的适定性, 当 Γ 为简单连续曲线及 $g(x_1, x_2)$ 适当光滑时, 可保证式(1)~(4)有解 $u \in C^2(\Omega) \cap C^1(\bar{\Omega})$.

考虑到方程(1)为非线性方程, 引入变换 $v = \int_a^u K(\xi) d\xi$. 这时, 系统(1)~(5)化为:

$$\Delta v = 0, (x_1, x_2) \in \Omega, \tag{6}$$

$$\frac{\partial v}{\partial n} \Big|_{\Gamma_0} = 0, \tag{7}$$

$$\frac{\partial v}{\partial n} \Big|_{\Gamma_1} = g(x_1, x_2)K(f(x_1, x_2)) \equiv G(x_1, x_2), \tag{8}$$

$$v|_{\Gamma} = \int_a^r K(\xi) d\xi \equiv K_m, \tag{9}$$

$$v|_{\Gamma_1} = \int_a^{f(x_1, x_2)} K(\xi) d\xi \equiv F(x_1, x_2). \tag{10}$$

以下我们将对系统(6)~(10)讨论 Γ 的可辨识性及辨识算法.

2 可辨识性及辨识方法 (Identifiability and identification method)

在这一节中先证明系统(6)~(10)中的曲线 Γ 的唯一性. 有如下结论(限于篇幅略去证明):

定理 1 对系统(6)~(10), 边界曲线 Γ 可由 $v|_{\Gamma_1} = F(x_1, x_2)$ 及 $\frac{\partial v}{\partial n} \Big|_{\Gamma_1} = G(x_1, x_2)$ 唯一决定.

注 当 v 不在未知曲线 Γ 上为常数时, 不能保证 Γ 的唯一性.

将 $v|_{\Gamma_1} = F(x_1, x_2)$, 即系统(10)视为观测输出量, 由此给出最小二乘指标泛函:

$$J(v, \Gamma) = \int_{\Gamma \in \Lambda} [v(\Gamma) - F(x_1, x_2)]^2 ds. \tag{11}$$

其中允许集 Λ 为图1中 $OABC$ 区域中简单光滑曲线所成的集合. $v(\Gamma)$ 满足方程(6)~(9). 目的是在 Λ 内找 Γ 使泛函 $J(v, \Gamma)$ 最小. 由定理1使式(11)为最小的 Γ 是唯一的, 所以可辨识性能够保证. 对这类问题, 通常可归结为形状最优设计问题, 一般可讨论型如: $J(\Omega, u) = \int_{\Omega} g(x, u, \nabla u) dx$ 的最小化问题. 这里要求 $g(x, u, q)$ 是 $\mathbb{R}^2 \times \mathbb{R} \times \mathbb{R}^2$ 中的光滑函数,

而 u 是第一或第二类椭圆边值问题的解; 目的是找 Ω 使 $J(\Omega, u)$ 为最小^[5-7]. 所采用的手法多是对泛函 $J(\Omega, u)$ 的一、二阶变分进行讨论, 并给出 $J(\Omega, u)$ 一、二阶变分存在条件; 如文献[5, 7]分别给出了 Dirichlet 问题及 Neumann 问题的一、二阶边界变分存在条件. 而由于这类问题非线性极强, 通常很难得到解析解, 所以必须找到有效的数值算法, 通常的方法是从一阶变分出发, 采用最速下降法, 结合一维搜索建立迭代格式计算最优解^[7, 8]. 本文所讨论的辨识问题与一般的形状最优设计问题有所不同, 通常所考虑的问题是在全部区域, 而此问题指标泛函只在部分边界上, 使得在变分处理上有所不同.

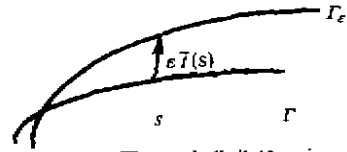


图2 变分曲线
Fig 2 Variation curve

首先引入边界变分概念. 设 Γ 为从 E 点出发(见图1), 引入弧长量 s , 则 Γ 上的点与弧长 s 一一对应. 而向量场 $\tau(s)$ 为定义在 Γ 上至少一次可微的向量函数. 设 ϵ 为一小正数, 则 $\epsilon\tau(s)$ 为从 Γ 上 s 点出发的一向量, 当 ϵ 充分小时, $\epsilon\tau(s)$ 的端点形成一连续曲线, 如图2用 Γ_ϵ 表示这条曲线, 并设所形成的新区域为 Ω_ϵ ; 在 Ω_ϵ 上相应解记为 v_ϵ , 则 v_ϵ 满足如下方程及边界条件:

$$\Delta v_\epsilon = 0, (x_1, x_2) \in \Omega_\epsilon; \tag{12}$$

$$\frac{\partial v_\epsilon}{\partial n} \Big|_{\Gamma_1} = G(x_1, x_2), \tag{13}$$

$$\frac{\partial v_\epsilon}{\partial n} \Big|_{\Gamma_0} = 0, \tag{14}$$

$$v_\epsilon|_{\Gamma_\epsilon} = K_m. \tag{15}$$

若存在定义在 Ω 上的函数 $\phi(x_1, x_2)$ 及 $\Psi(x_1, x_2)$, 对任意的 $(x_1, x_2) \in \Omega \cap \Omega_\epsilon$ 有:

$$v_\epsilon(x_1, x_2) - v(x_1, x_2) = \epsilon\phi + \epsilon^2\Psi + o(\epsilon^2), \tag{16}$$

$$\frac{\partial v_\epsilon}{\partial x_i} - \frac{\partial v}{\partial x_i} = \epsilon \frac{\partial \phi}{\partial x_i} + \epsilon^2 \frac{\partial \Psi}{\partial x_i} + o(\epsilon^2), i = 1, 2, \tag{17}$$

$$\frac{\partial^2 v_\epsilon}{\partial x_i \partial x_j} - \frac{\partial^2 v}{\partial x_i \partial x_j} = \epsilon \frac{\partial^2 \phi}{\partial x_i \partial x_j} + \epsilon^2 \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_i \partial x_j} + o(\epsilon^2), i, j = 1, 2. \tag{18}$$

则称 ϕ, Ψ 为式(6)~(9)解的一、二阶变分. 下面给出存在 ϕ, Ψ 使得式(16)~(18)成立的条件.

定理 2 式(6)~(9)解的一、二阶变分 ϕ, Ψ 分别是下列边值问题的解:

$$\Delta\phi = 0, (x_1, x_2) \in \Omega, \quad (19)$$

$$\left. \frac{\partial\phi}{\partial n} \right|_{\Gamma_1} = 0, \quad (20)$$

$$\left. \frac{\partial\phi}{\partial n} \right|_{\Gamma_0} = 0, \quad (21)$$

$$\phi|_{\Gamma} = -\vec{i}(s) \cdot \nabla v(x_1, x_2). \quad (22)$$

及:

$$\Delta\Psi = 0, (x_1, x_2) \in \Omega, \quad (23)$$

$$\left. \frac{\partial\Psi}{\partial n} \right|_{\Gamma_1} = 0, \quad (24)$$

$$\left. \frac{\partial\Psi}{\partial n} \right|_{\Gamma_0} = 0, \quad (25)$$

$$\Psi|_{\Gamma} = -\vec{i}(s) \cdot \nabla\phi - 1/2\vec{i}(s)H(x_1, x_2)v\vec{i}(s)^T. \quad (26)$$

其中: $H(x_1, x_2)v$ 为函数 v 的 Hessian 矩阵; 而 $\vec{i}(s)^T$ 为 $\vec{i}(s)$ 的转置.

证 为简单起见, 可假设 $\Omega \subset \Omega_\epsilon$, 否则可以对 v_ϵ 进行解析延拓, 仍有同样的结果; 由式(18), 可得: $\Delta v_\epsilon - \Delta v = \epsilon\Delta\phi + \epsilon^2\Delta\Psi + o(\epsilon^2) = 0, (x_1, x_2) \in \Omega$. 注意到 ϵ 的任意性, 可得 $\Delta\phi = 0, \Delta\Psi = 0$; 即式(19), (23)成立.

而由式(16), (17); 我们看到式(20), (21)及式(24), (25)成立是显然的.

对 Γ 上任意一点 x , 设经过 $\epsilon\vec{i}(s)$ 作用后的端点为 x_ϵ ; 将 $v_\epsilon(x_\epsilon)$ 在 x 点 Taylor 展开:

$$v_\epsilon(x_\epsilon) = v_\epsilon(x) + \epsilon\vec{i}(s) \cdot \nabla v_\epsilon(x) + \frac{1}{2}\epsilon^2\vec{i}(s)H(x_1, x_2)v_\epsilon\vec{i}(s)^T + o(\epsilon^2), \quad (27)$$

其中: $H(x_1, x_2)v_\epsilon$ 为 $v_\epsilon(x)$ 的 Hessian 矩阵.

将式(16)~(18)代入到式(27), 并注意到: $v_\epsilon(x_\epsilon) = v(x) = K_m$; 则很容易得到式(22)及(26).

下面我们给出目标泛函 $J(v, \Gamma)$ 的变分.

定义 1 若存在 $\delta^1 J, \delta^2 J$ 使得下式成立:

$$J(\Gamma_\epsilon, v_\epsilon) - J(\Gamma, v) = \epsilon\delta^1 J + \epsilon^2\delta^2 J + o(\epsilon^2). \quad (28)$$

则分别称 $\delta^1 J, \delta^2 J$ 为泛函 $J(v, \Gamma)$ 的一阶, 二阶变分.

定理 3 目标泛函 $J(v, \Gamma)$ 的一、二阶变分 $\delta^1 J, \delta^2 J$ 分别由下列两式给出:

$$\delta^1 J = 2 \int_{\Gamma_1} (v - F)\phi ds, \quad (29)$$

$$\delta^2 J = 2 \int_{\Gamma_1} (v - F)\Psi ds + \int_{\Gamma_1} \phi^2 ds. \quad (30)$$

证 只须把式(16)代入到式(28)中, 经过简单计算, 比较即可得到式(29), (30).

出于计算上的考虑, 我们要设法消去一阶变分式(29)中的 ϕ ; 而在计算中我们未用到二阶变分, 所以我们对 $\delta^2 J$ 将不做过多的讨论. 为此我们引入共轭量 P , 其中 P 是如下共轭方程的解:

$$\Delta P(x_1, x_2) = 0, \quad (31)$$

$$\left. \frac{\partial P}{\partial n} \right|_{\Gamma_0} = 0, \quad (32)$$

$$P|_{\Gamma} = 0, \quad (33)$$

$$\left. \frac{\partial P}{\partial n} \right|_{\Gamma_1} = (v(x_1, x_2) - F(x_1, x_2))|_{\Gamma_1}. \quad (34)$$

由 ϕ 满足式(19)~(22), 并利用 Green 公式:

$$\iint_{\Omega} (P\Delta\phi - \phi\Delta P) d\Omega = \int_{\partial\Omega} (P\frac{\partial\phi}{\partial n} - \phi\frac{\partial P}{\partial n}) ds,$$

可得: $\delta^1 J = \int_{\Gamma} \vec{i}(s) \cdot \nabla v \frac{\partial P}{\partial n} ds. \quad (35)$

这样, 得到泛函 $J(v, \Gamma)$ 的一阶变分表达式(35), 并且有:

$$J(v_\epsilon, \Gamma_\epsilon) = J(v, \Gamma) + \epsilon \int_{\Gamma} \vec{i}(s) \cdot \nabla v \frac{\partial P}{\partial n} ds + o(\epsilon). \quad (36)$$

式(36)将是我们进行数值计算的主要依据.

3 数值算法(Algorithm)

本节将对此问题进行离散化处理, 由于不可能对无限个参数进行处理, 我们把曲线 Γ 用折线近似代替. 在 Γ 上从端点出发择取 n 个点(考虑到实际背景, 可在靠近角部的位置选的密一些). 这样边界 Γ 可由这 n 个点唯一确定; 这时相应的 $\Gamma, v, J(\Gamma, v)$ 分别用 $\Gamma^d, v^d, J^d(\Gamma^d, v^d)$ 表示. 若这 n 个点用 $X = (x^1, x^2, \dots, x^n)$, n 维向量表示, 则 $J^d(\Gamma^d, v^d)$ 由 X 确定; 原问题近似化为: 在 X 上使 $J^d(\Gamma^d, v^d)$ 为最小.

为求解此问题, 采用如下叠代算法: 设 Γ_k^d 是第 k 次叠代用边界, 所对应的折线用 X^k 表示; 而相应的 $(k+1)$ 次曲线边界可由 Γ_k^d 经过如下方式生成: 在第 k 次曲线 Γ_k^d 上每个点 x^i 上, 由此点出发经向量 \vec{q}^i 做新折线(即做 $x^i + \vec{q}^i$), 连接各个端点成一新折线 Γ_{k+1}^d ; 显然叠代算法就是要找到每次 \vec{q}^i 的择取方式.

由于 \vec{q}^i 含有两个分量, 记 $2n$ 维向量 \vec{q} :

$$\vec{q} = (\vec{q}^1, \vec{q}^2, \dots, \vec{q}^n) = (q_1^1, q_2^1, q_1^2, q_2^2, \dots, q_1^n, q_2^n).$$

由式(35):

$$\delta^1 J^d(\Gamma^d, v^d) = \sum_{i=1}^{n-1} \vec{q}^i \cdot \int_{X^i}^{X^{i+1}} \nabla v_k^d \frac{\partial P_k^d}{\partial n} ds, \quad (37)$$

其中: v_k^d, P_k^d 分别是方程(6) ~ (9), (31) ~ (34) Γ 取为 Γ_k^d 时所对应的解. 若记:

$$\vec{d}_k = \int_{x'}^{x^{i+1}} \nabla v_k^d \frac{\partial P_k^d}{\partial n} ds. \quad (38)$$

并记:

$$\vec{d}_k = (\vec{d}_k^1, \vec{d}_k^2, \dots, \vec{d}_k^n), \text{ 则 } \delta^1 J^d = \vec{q} \cdot \vec{d}_k. \quad (39)$$

由梯度下降法, 可取 $\vec{q} = -\epsilon \vec{d}_k, \epsilon$ 为一小正数, 进行一维搜索总的迭代算法, 可按如下九步进行:

第一步 对 Γ 给出一条猜测曲线, 相应的折线分别由 Γ_0^d 及 $X^{(0)}$ 给出.

第二步 令 $k = 0$.

第三步 由方程(6) ~ (9) 及(31) ~ (34) 分别计算 v_k^d, P_k^d .

第四步 由式(38) 计算 \vec{d}_k .

第五步 一维搜索, 择适当的 $\epsilon, q = -\epsilon \vec{d}_k$.

第六步 令 $X^{(k+1)} = X^{(k)} + \vec{q}$, 得到新折线 Γ_{k+1}^d .

第七步 计算 $|J_{k+1}^d - J_k^d|$ 若足够小, 停止; 否则到第八步.

第八步 $k = k + 1$.

第九步 回到第三步.

注 本文所讨论的情况是结晶器内温度场温度分布对称的情况, 当温度分布不满足对称性条件时, 仍可按此方法做同样的处理.

4 仿真及数据试验 (Simulation and numeral test)

表 1 仿真试验数据

Table 1 Simulation test data

	P_1P_2	P_2P_3	P_3P_4	P_4P_5	P_5P_6	P_6P_7	P_7P_8	P_8P_9	P_9P_{10}	$P_{10}P_{11}$	$P_{11}P_{12}$	$P_{12}P_{13}$	$P_{13}P_{14}$	$P_{14}P_{15}$	$P_{15}P_{16}$
$\partial u / \partial n$	19.7	18.0	14.7	9.3	2.6	2.6	9.3	14.7	18.1	19.4	19.8	20.0	20.1	20.0	20.0

表 2 试验数据

Table 2 Test data

	P_1P_2	P_2P_3	P_3P_4	P_4P_5	P_5P_6	P_6P_7	P_7P_8	P_8P_9	P_9P_{10}	$P_{10}P_{11}$	$P_{11}P_{12}$	$P_{12}P_{13}$	$P_{13}P_{14}$	$P_{14}P_{15}$	$P_{15}P_{16}$
$u(x, y)$	8.50	8.30	8.00	6.40	5.50	5.80	8.20	9.60	10.20	10.50	11.00	11.30	11.50	11.50	11.80
$\partial u / \partial n$	29.0	28.3	26.5	23.0	17.0	18.2	24.0	26.0	28.0	28.5	28.5	28.6	28.9	29.0	29.3

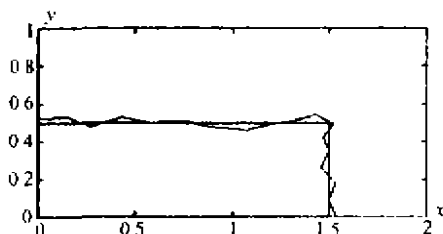


图 4 仿真辨识结果
Fig. 4 Simulation result

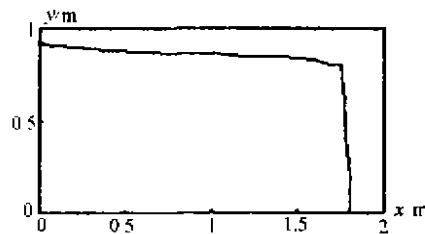


图 5 凝壳形状辨识结果
Fig. 5 The shape of solidification shell

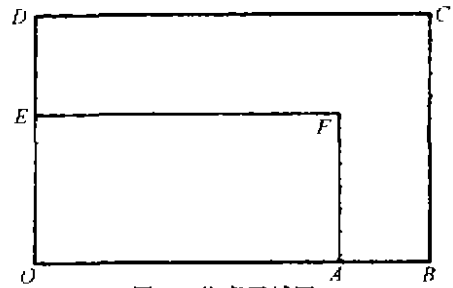


图 3 仿真区域图
Fig. 3 Simulation region

以系统(6) ~ (10) 进行仿真, 以验证算法的有效性. 设 Ω 矩形区域 $\Omega = \{(x, y) | 0 \leq x \leq 2.0, 0 \leq y \leq 1\}$, 取 Γ 为 $\{(x, 0.5) \cup (1.5, y) | 0 \leq x \leq 2.0, 0 \leq y \leq 1\}$. 如图 3 所示; 设 v 在 Γ 上的取值 $v|_{\Gamma} = 10$. 设 v 在 Γ_1 上的取值为 0. 分别将边界 $AB, BC, DE, FA, 5$ 等分; CD 10 等分; EF 15 等分. 在外边界 BCD 得到由 B 点出发的 15 个有向线段 $P_i P_{i+1}, i = 1, 2, \dots, 15$; 用边界元算法, 求得 $\frac{\partial v}{\partial n}$ 在 Γ_1 上 $P_i P_{i+1}$ 中点的取值由表 1 给出. 由此反求 Γ 曲线; 择取初始猜测 $\Gamma_0^d = \{y = 0.75, 0 \leq x \leq 1.75; x = 1.75, 0 \leq y \leq 0.75\}$, 采用边界元算法, 用 MATLAB 语言, 在主频 133 的微机运算, 每次迭代时间约 450 秒, 经八次迭代计算得到仿真结果 Γ_8^d 折线如图 4 所示. 此时指标(11) 的值为 0.2138.

而对如下表 2 的实际数据, 取 $K_m = 14.5$. 择取初始猜测 $\Gamma_0^d = \{y = 0.7, 0 \leq x \leq 1.7; x = 1.7, 0 \leq y \leq 0.7\}$. 经过六次迭代求得 Γ_6^d 折线如图 5 所示.

5 结论(Conclusion)

本文给出了以铸坯外部边界上第一、二类边界条件的边界值,用边界变分理论进行边界形状辨识的方法.利用此方法,我们可在现有条件下,最终得工程上十分关心的凝壳形状,从而也为结晶器内温度场研究开辟又一新思路.

参考文献(References)

- [1] 蔡开科.连续铸钢[M].北京:科学出版社,1990
- [2] 王思钢,杨泽宽,陈海耿等.结晶器内连铸坯凝固过程的有限元数值模拟[J].东北大学学报(自然科学版),1996,17(4):384-387
- [3] Samarasekera I V, Brumacombe J K. Application of mathematical method for the improvement of billet quality [A]. Steel Making Conf. Proc. ISS-Aime [C], 1991, 74: 91-103
- [4] 孙冀,潘德惠.基于实测温度推算铸坯表面热流量分布[J].东北大学学报(自然科学版),1998,19(1):66-68
- [5] Fujii N. Necessary condition for domain optimization problem in elliptic boundary-value problems [J]. SIAM J. on Control and Optimization, 1986, (24): 346-360
- [6] Fujii N. Second variation and its application in a domain optimization

problem [A]. Proceedings of the IFAC Symposium on Control of Distributed-Parameter System [C], Pergamon, Oxford, England, 1986: 431-436

- [7] Pironneau O. Optimal Shape Design for Elliptic System [M]. New York: Springer-Verlag, 1984
- [8] Queau J P and Trompette P. Two dimension shape optimization design by the finite elements method [J]. I. J. Numerical Math for Engineering, 1980, 15(8): 1603-1612

本文作者简介

孙冀 1963年生,1984年毕业于河北师范大学数学系,获理学学士学位;1990年在兰州大学数学系获理学硕士学位;于1998年在东北大学信息学院获博士学位.目前在西北工业大学应用数学研究所做博士后研究工作.主要研究方向是分布参数系统的建模、辨识、最优控制及应用研究

潘德惠 1928年生,1949年毕业于东北大学理学院.现为东北大学工商管理学院教授,自动控制系控制理论与应用专业博士生导师,中国数学会理事.曾多年从事应用数学研究.现在研究领域是分布参数系统的辨识和最优控制.

罗学波 1939年生,62年代毕业于兰州大学数学力学系.现为西北工业大学应用数学系教授,博士生导师,应用数学研究所所长.主要研究方向是偏微分方程理论及现代控制理论.在国内外刊物上发表论文50余篇.

本刊启事

为适应我国信息化建设需要,扩大作者学术交流渠道,本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”.作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付.如作者不同意将文章编入该数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理.

本刊编辑部